

JP10032239 Biblio Page 1 Drawing

esp@ce

ELECTROSTATIC CHUCK STAGE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent Number: JP10032239
Publication date: 1998-02-03
Inventor(s): KITABAYASHI TETSUO; MIYAJI ATSUSHI; HORI HIROAKI
Applicant(s): TOTO LTD
Requested Patent: ☐ JP10032239
Application Number: JP19960215854 19960712
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/68; B25J15/06
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize satisfactory heat pass and enable use at a high temperature, by joining a ceramic sintered body plate for electrostatic chuck with a composite material plate made of ceramics and aluminum.

SOLUTION: On the lower surface of a ceramic sintered body plate 1, a ceramics-aluminum composite material plate 5 having a coefficient of thermal expansion proximate to that of the plate 1 is joined via a junction material 4 of a solder. The junction material 4 is suitably selected depending on the temperature at which a stage is used. The composite material of ceramics and aluminum has a smaller coefficient of thermal expansion than aluminum and has a coefficient of thermal expansion proximate to that of the ceramic sintered body for electrostatic chuck. Therefore, there is no risk of cracking due to the difference in coefficient of thermal expansion even when the materials are joined at a high temperature. As a result, heat may be directly radiated to a medium from the back side of the composite material plate 5, and generation of cracks in the ceramic sintered body plate 1 is eliminated even in the use in a large-output plasma processing or at a high temperature.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-32239

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
B 2 5 J 15/06			B 2 5 J 15/06	S

審査請求 未請求 請求項の数7 書面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-215854

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月12日

(71) 出願人 000010087

東陶機器株式会社

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

(72) 発明者 北林 徹夫

北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(72) 発明者 宮地 淳

北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(72) 発明者 堀 裕明

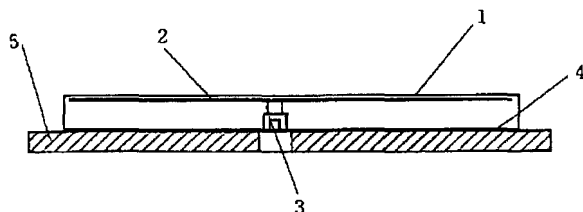
北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(54) 【発明の名称】 静電チャックステージ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造装置に用いられるシリコンウェハ固定用の静電チャックステージ、特に高温下で使用可能な静電チャックステージを提供する。

【解決手段】 静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとを接合した静電チャックステージを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとを接合したことを特徴とする静電チャックステージ。

【請求項2】 前記静電チャックステージにおいて、接合はハンダ又はろう材を介して行われることを特徴とする請求項1に記載の静電チャックステージ。

【請求項3】 前記セラミックとアルミニウムとの複合材において、セラミックはSiCであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の静電チャックステージ。

【請求項4】 前記セラミックとアルミニウムとの複合材において、該複合材の熱伝導率が $150\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の静電チャックステージ。

【請求項5】 前記セラミックとアルミニウムとの複合材において、複合材中のセラミックの体積割合は、 $20\sim 70\text{ vol}\%$ であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の静電チャックステージ。

【請求項6】 前記セラミックとアルミニウムとの複合材において、該複合材の表面を陽極酸化被膜処理したことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の静電チャックステージ。

【請求項7】 静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとをハンダ又はろう材を介して接合する静電チャックステージの製造方法において、該複合材中のセラミックの割合に応じて、接合温度を $150\sim 630^\circ\text{C}$ の範囲で選択して一体に接合することを特徴とする静電チャックステージの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造装置に用いられるシリコンウエハ固定用の静電チャックステージ、詳しくは高温下で使用可能な静電チャックステージに関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造過程において、プラズマ雰囲気下でシリコンウエハにエッチング処理等を施す場合、プラズマの熱によりシリコンウエハの表面は高温になり、表面のレジスト膜がバーストする等の問題が生じる。そこで、シリコンウエハを固定している静電チャックの下面に金属プレートを設け一体化し、金属プレート内に設けられた流路に冷媒を循環させて熱交換を行い、シリコンウエハの冷却を行っている。

【0003】 この静電チャックと金属プレートを一体化する方法として、樹脂等の接着剤により静電チャックと金属プレートとを接合するもの、特開平3-3249号のように、アルミニウムからなる水冷電極とセラミックからなる静電チャックの接合する夫々の面に1n層をメ

ッキして、 170°C 以下で融着させるもの、あるいは特開平8-8330のように、誘電体セラミックと金属板をMoからなる中間層を介して 200°C で加熱接合するもの等がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 静電チャックとその下面に設置されるプレートとを樹脂等の接着剤で接合した場合、高温下での使用ができないばかりか、比較的低温下の使用でも、樹脂の熱伝導率が低いため、接着界面で大きな熱抵抗が生じ、ウエハの温度制御が困難になるという問題があった。また、熱伝導を良くするために、プレートの材質としてアルミニウムを利用した場合、アルミニウムとセラミックスの熱膨張率の大きな違いにより、低温にて接合せざるを得ず、熱膨張率の差に起因するセラミックの破損を避けるため、半導体製造過程の中で高温下で使用されるものには利用できないといった問題点もあった。さらに、Mo等を中間層に利用して接合する場合、接合前にMoの両面にもNiメッキ等が必要となり、工程が増え、接合に手間がかかるという問題もあった。

【0005】 別の観点からは、LSIの設計ルールが $0.18\mu\text{m}$ 以下となれば、ECR、ICP、ヘリコン波プラズマ等の高密度プラズマプロセスにおいて、プラズマによる供給熱量が、従来の 500 W 程度から $2000\sim 6000\text{ W}$ 程度へと増加することが想定され、熱通過が良好である静電チャックステージや、高温でも使用出来る静電チャックステージの要望が強くなると考えられる。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上述した課題に鑑みなされたもので、静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとを接合したことを特徴とする静電チャックステージを提供する。セラミックとアルミニウムとの複合材はアルミニウムに比べ、熱膨張率が小さく、静電チャック用セラミックス焼結体の熱膨張率に近いので、高温で接合しても熱膨張率差により割れる恐れがない。また、高温接合が可能なことから、ハンダ又はろう材の選定種類が増え、ハンダ又はろう材の選択により高温下で使用可能な静電チャックステージとなる。尚、ここで述べる高温とは、接合温度に関して少なくとも 200°C 以上、静電チャックステージの使用環境としては少なくとも 120°C 以上のことをいう。

【0007】 本発明のより好ましい態様においては、セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとの接合はハンダ又はろう材を介して行われる。ハンダ又はろう材を介することにより、セラミック焼結体プレートと複合材プレートの接合不良をなくすることが可能となる。また、ハンダ又はろう材を利用することにより、接合をボルトで行う場合、あるいは

は樹脂で行う場合に比べセラミック焼結体プレートから複合材プレートへの熱伝導を向上させ、静電チャック用のセラミック焼結体プレート効率良い冷却が可能となる。

【0008】本発明のより好ましい態様においては、セラミックとアルミニウムとの複合材のセラミックはSiCである。SiCは他のセラミックに比べ、熱伝導性が良く、アルミニウムとの複合材化による熱伝導率の低下が少ない。また、複合材化によりアルミニウムに比べ高い弾性率となり、加工時の表面精度を向上させることが可能となる。

【0009】本発明のより好ましい態様においては、セラミックとアルミニウムとの複合材の熱伝導率が $150\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である。セラミック焼結体と接合する複合材の熱伝導率を $150\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上とすることにより、セラミック焼結体プレートの効率良い冷却が可能となる。

【0010】本発明のより好ましい態様においては、セラミックとアルミニウムとの複合材中のセラミックの体積割合は、 $20\sim70\text{ vol}\%$ である。熱膨張率を重視する場合は、セラミックの体積割合を高くし、熱伝導率を重視する場合はセラミックの体積割合を少なくする等あらゆるニーズに対応できる静電チャックステージを容易に得ることができる。

【0011】本発明のより好ましい態様においては、セラミックとアルミニウムとの複合材の表面を陽極酸化被膜処理する。複合材の陽極酸化被膜処理により、静電チャックステージをプラズマプロセスに使用した場合、複合材の表面、側面へのプラズマの回り込みや異常放電を防ぐことが可能となり、プラズマプロセスの効率を向上させることができる。

【0012】本発明では、静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、セラミックとアルミニウムとの複合材プレートとをハンダ又はろう材を介して接合する静電チャックステージの製造方法において、該複合材中のセラミックの割合に応じて、接合温度を $150\sim630^\circ\text{C}$ の範囲で選択して一体に接合する静電チャックステージの製造方法を提供する。セラミックとアルミニウムの複合材は、複合材中のセラミックの体積割合に応じて熱膨張率に変化する。したがって、熱膨張率がセラミック焼結体プレートの熱膨張率に近い複合材であれば、多種類のハンダ又はろう材から選択して接合することが可能となり、より高温下で静電チャックステージを使用する場合、その中で最も高温のろう材を採用し、対応することが可能となる。

【0013】本発明の他の態様としては、静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、 $25\sim34\text{ vol}\%$ のセラミックを含有するアルミニウム複合材プレートとを、融点または液層温度が 245°C 以下であるハンダを用いて接合する。セラミックの割合を少なくすることにより、アルミニウムの靱性を活かした複雑形状のプレートの作製が容易となる。

【0014】本発明の他の態様としては、静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、 $35\sim60\text{ vol}\%$ のセラミックを含有するアルミニウム複合材プレートとを、融点または液層温度が 451°C 以下であるハンダを用いて接合する。こうすることにより、高温下で使用可能な静電チャックステージの作製が可能となる。

【0015】本発明の他の態様としては、静電チャック用セラミックス焼結体プレートと、 $61\sim70\text{ vol}\%$ のセラミックを含有するアルミニウム複合材プレートとを、融点または液層温度が 615°C 以下であるハンダまたはろう材を用いて接合する。こうすることにより、 500°C を越える非常に高温下で使用可能な静電チャックステージの作製が可能となり、その用途が広がる。

【0016】本発明の他の態様としては、静電チャック用セラミックス焼結体プレート下面にAg-Cu-Tiからなる活性金属メタライズを施した後、ハンダまたはろう材で接合する。活性金属でメタライズすることにより、よりセラミック焼結体プレートと複合材プレートの接合が容易となる。

【0017】本発明の他の態様としては、静電チャック用セラミックス焼結体プレートとアルミニウム複合材プレートとの接合面積の割合が両者の重なる面積に対し 90% 以上とする。接合面積の割合を 90% 以上とすることにより、セラミックス焼結体プレートひいてはシリコンウェハの冷却効率を向上させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】静電チャック用セラミック焼結体プレートと、熱膨張率の近似したセラミック分散アルミニウム複合材プレートとを接合すると、複合材プレートの裏面から直接媒体（水、フロン、シリコンオイル等）に熱放散することが可能となり、大出力のプラズマプロセスや高温での使用に際してもセラミックス焼結体プレートにクラックを生じることがなくなる。また、ハンダまたはろう材の熱伝導率は樹脂系の接着剤が $1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度であるのに比べ非常に高く、接触界面での熱抵抗を小さくすることができるので、媒体を介して効率の良い冷却又は保温と行った温度調整が行える。さらに接合が面接触であるため、残留応力や熱応力による応力集中を回避でき、接合時や半導体プロセス時の熱応力による静電チャック自体にクラックが発生するのを抑えることができる。

【0019】本発明のポイントは、静電チャック用セラミック焼結体プレートと、静電チャック用バックプレートであるセラミック・アルミニウム複合材プレートとの線膨張率差を小さくし、接合による残留応力を小さくするとともに、高温で使用できるハンダまたはろう材をその使用される温度（ウェハ温度）を考慮して選択することである。

【0020】セラミックとアルミニウムの複合材は、主としてSiCを分散したアルミニウム複合材であり、熔融金属と大気中の酸素の酸化反応により、SiCの割合が40%以下の場合には砂型に鋳込んで、SiCの割合が40%以上の場合にはSiCで多孔質のプリフォームを成形しそのあとで熔融アルミニウムを含浸させて作製することができる。この作製方法はAl₂O₃等の他のセラミックス材料にも適用できる。一方、静電チャック用のセラミックスにはプラズマに対する耐食性やウェハの吸着に関するハンドリングの良さから一般にアルミナを主原料としたセラミックス焼結体を用いられるが、用途に応じてAlNやSiCを主成分としたセラミックス焼結体を用いることもできる。これらのセラミック焼結体は概してアルミニウムの線膨張係数の約 $23 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ に比べ小さく、アルミナが約 $7 \sim 8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、AlN、SiCが約 $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度である。

【0021】以下に図面に基き本発明に係る静電チャックステージの構造を説明をする。図1は本発明に係る静電チャックステージの一実施例の断面図であり、内部電極2はタングステン、モリブデン等の耐熱金属をセラミックス体中に埋設又は挟持され構成される。内部電極2には、電圧を印加するためのスルーホール3が設けられており、図示しない電源に導線により接続されている。尚、図1では内部電極に1つの電圧を印加することにより静電吸着する単極静電チャックを図示したが、内部電極が複数有る場合でも良い。セラミックス焼結体プレート20の下面にはハンダまたはろう材の接合材4を介して、前記セラミックスプレートと熱膨張率の近似するセラミック・アルミニウム複合材プレート5が接合してある。接合材4は、ステージを使用する温度（ウェハ温度）によって適宜選択することが望ましく、セラミックス焼結体表面にメタライズをした後にハンダまたはろう材を用いて接合するのが好ましい。メタライズの方法に関しては、セラミックスプレート裏面をあらかじめAg-Cu-Ti等の活性金属ろうにより真空熱処理しメタライズ面を形成しておくか、Cr、Ti等の金属のスパッタリング等によりメタライズしておくともよい。さらにCu、Niメッキをしておけばよい。必要であれば接合する材料と同じハンダによりハンダメッキをしておいてもよい。

【0022】ハンダ又はろう材の形態としては、シート状に成形されたものやペースト状のもの等を適宜選択して用いればよく、シート状のものをを用いた場合には、セラミックス焼結体プレートとセラミック・アルミニウム複合材プレートの間に介在させる。ペースト状のものを

用いた場合には、セラミックス焼結体又は、セラミック・アルミニウム複合材プレートにスクリーン印刷、スピンコート、刷毛塗り等により塗布した後、両者を合わせ、熱処理を行い接合する。熱処理は大気中または湿潤窒素・水素ガス中または真空中で行う。熱処理温度はハンダ又はろう材の融点または液相温度に $10 \sim 50^\circ\text{C}$ 加えた温度が好ましい。複合材表面の陽極酸化被膜処理は以下のプロセスで行う。蔭酸または硫酸等の酸にセラミック・アルミニウム複合材を陽極として、炭素等を陰極として浸し電気分解すると、該複合材の表面にγ-Al₂O₃が被膜として生成する。この被膜は多孔質状であるため、該被膜複合材を沸騰水に浸す、あるいは加熱蒸気と反応させることにより緻密なベーマイト（AlOOH）被膜となる。この被膜は耐蝕性、絶縁性に優れ、プラズマの異常放電等の防止に有効であり、複合材に施されるのがより好ましい。

【0023】尚、上記セラミックス焼結体中に電極を設けずに、セラミック・アルミニウム複合材プレート5自体を、内部電極の代わりまたは高周波電極代わりに利用してもよい。即ち、内部電極を設けないセラミックス焼結体プレート20の下面にセラミック・アルミニウム複合材プレートを接合し、このセラミック・アルミニウム複合材プレートに直流電圧や高周波電圧を印加するようにする。この際、セラミックス焼結体の厚みは、十分な吸着力を得るために、またはインピーダンスを小さくするために2mm以下とすることが望ましい。

【0024】

【実施例】以下に本発明の静電チャックステージに係る静電チャック用セラミック焼結体プレートとセラミック・アルミニウム複合材プレートとの接合試験について説明する。静電チャック用セラミック焼結体プレートには、(1) Al₂O₃を50%、Cr₂O₃及びTiO₂の合計が40%以下、焼結助剤としてSiO₂、MgO、CaOを10%以下含有するセラミックス〔以下Al₂O₃又はアルミナと表記〕又は(2) AlNを97%、Y₂O₃を3%含有するセラミック〔以下AlN又は窒化アルミと表記〕で、大きさはφ200mm、厚さ3mmの円板を用いた。また、セラミック・アルミニウム複合材プレートには、表1に示す各種組成で、大きさφ220mm、厚さ5mmの円板を用いた。セラミック・アルミニウム複合材の組成ごとに、実験に供したハンダ又はろう材の組成と接合温度を表1に示した。

【0025】

【表1】

210温度	℃		120	210	400	500	230	180	500
静電チャック	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料
SiC-7A3-7A4	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料	材料
線膨張係数	× 10 ⁻⁶		14	10	6	6	12	14	6
熱伝導率	W/mK		160	159	172	54	160	172	
融点または液相温度	℃								
接合材料									
73.9	Sn17%-Bi58%-In25%	○	○	○	○	○	○	○	○
95	Sn16%-Pb32%-Bi52%	○	○	○	○	○	○	○	○
117	In52%-Sn48%	○	○	○	○	○	○	○	○
130	In40%-Sn40%-Pb20%	○	○	○	○	○	○	○	○
141	In97%-Ag3%	○	○	○	○	○	○	○	○
157	In100%	○	○	○	○	○	○	○	○
180	In60%-Sn37.5%-Ag2.5%	×	○	○	○	○	○	○	○
184	Sn63%-Pb37%	×	○	○	○	○	○	○	○
198	Sn90%-Zn10%	○	○	○	○	○	○	○	○
209	In50%-Pb50%	○	○	○	○	○	○	○	○
215	Ph85%-Au15%	○	○	○	○	○	○	○	○
217	Sn90%-Au10%	○	○	○	○	○	○	○	○
221	Sn95.5%-Ag4.5%	○	○	○	○	○	○	○	○
230	In90%-Ag10%	○	○	○	○	○	○	○	○
231	Ph60%-In40%	○	○	○	○	○	○	○	○
245	Sn91.5%-Sb8.5%	○	○	○	○	○	○	○	○
280	Au80%-Sn20%	×	○	○	○	○	○	○	○
285	Sn80%-Ag10%	×	○	○	○	○	○	○	○
301	Ph90%-Sn10%	○	○	○	○	○	○	○	○
314	Ph95%-In5%	○	○	○	○	○	○	○	○
326	Zn50%-Cu50%	○	○	○	○	○	○	○	○
341	Au85%-Ag15%	○	○	○	○	○	○	○	○
356	Au85%-Ge15%	○	○	○	○	○	○	○	○
360	Au75%-Sb25%	○	○	○	○	○	○	○	○
383	Au96.8%-Si3.15%	○	○	○	○	○	○	○	○
387	Zn94.5%-Ge5.5%	○	○	○	○	○	○	○	○
395	Zn90%-Cd10%	○	○	○	○	○	○	○	○
398	Zn95%-Al5%	○	○	○	○	○	○	○	○
414	Zn97.3%-Sb2.7%	○	○	○	○	○	○	○	○
420	Zn100%	○	○	○	○	○	○	○	○
451	Au75%-In25%	○	○	○	○	○	○	○	○
582	BA4045	○	○	○	○	○	○	○	○
580	BA4045	○	○	○	○	○	○	○	○
615	BA4343	○	○	○	○	○	○	○	○
最高接合温度	℃		170	270	470	630	320	230	630

○：接合良好（90%以上）、×：接合不良（90%未満）又は接合時破損

【0026】（接合試験）静電チャックを使用する温度（ウェハ温度）を想定して表1に示す組み合わせの接合試験を行なった。尚、最高接合温度は接合に用いたハンダまたはろう材のうち接合時の温度が最も高い温度を記載した。

（接合の評価方法）接合後の接合面の状態を調べるため、超音波探傷装置（日立建機製、AP5000）のCモード（超音波の反射強度の面分布）で測定した。本測定は接合面で接触不良箇所があれば音響インピーダンスが大きく変化し不良界面で超音波が反射してくる原理を利用した方法であり、静電チャック用セラミックス焼結体プレートとアルミニウム複合材プレートとの接合面積の、両者の重なる面積に対する割合を求めた。90%の接触面積を基準として、90%以上の接合品を接合良好、90%未満の接合品又は接合時の静電チャックの破損品を接合不良と考え、表1には夫々○、×で記載した。

【0027】（結果）表1より、

（1）Al₂O₃（アルミナ）製静電チャックの場合 SiCが20vol%では、融点又は液相温度が157℃以下の、SiCが30vol%では、融点又は液相温度が245℃以下の、SiCが50vol%では、融点又は液相温度が451℃以下の、SiCが70vol%では、融点又は液相温度が615℃以下の、ハンダ又はろう材で接合が可能であることがわかった

（2）AlN（窒化アルミ）製静電チャックの場合 SiCが30vol%では、融点又は液相温度が209℃以下の、SiCが70vol%では、融点又は液相温

度が615℃以下の、ハンダ又はろう材で接合が可能であることがわかった。

以上より、セラミック・アルミニウム複合材であるSiC分散アルミニウム複合材料は、SiCの割合により線膨張係数を変えられるので、静電チャック用セラミックスの線膨張率に近い組成を選択することで接合後の残留応力をなくすることが可能となり、その結果クラックのない良好な接合が行えることがわかった。また、本発明のセラミック・アルミニウム複合材プレートを利用すれば、高温下で使用可能な静電チャックステージ得られ、より詳しくは、SiCの割合が高いセラミック・アルミニウム複合材料を選択し、さらに融点または液層温度が高いハンダまたはろう材を接合材料に選択すればよいことがわかった。

【0028】

【発明の効果】本発明では、セラミックス焼結体プレートの下面にハンダを介して、前記セラミックス焼結体プレートの熱膨張率と近似するセラミック分散アルミニウム複合材プレートを接合させたので、静電チャック自体の温度が上昇しても、セラミックス側に働く熱応力は小さく熱破壊のおそれなくなり、更に、セラミック分散アルミニウム複合材プレートが直接接合されているために、セラミック分散アルミニウム複合材プレート下部に位置する冷却ジャケット等との組立が容易になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る静電チャックステージの一例の断面図

【符号の説明】

- 1 静電チャック用セラミック焼結体プレート
- 2 電極
- 3 スルーホール

- 4 接合材
- 5 セラミック・アルミニウム複合材プレート

【図 1】

